

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-092436

(43)Date of publication of application : 17.04.1991

(51)Int.Cl.

B60K 41/20  
 B60R 21/00  
 B60T 7/12  
 G01S 17/88  
 G05D 1/02  
 G05D 1/12

(21)Application number : 01-230707

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 05.09.1989

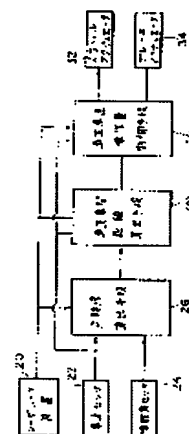
(72)Inventor : ADACHI KUNIHIKO  
 ENDO TOKUKAZU  
 MIYAKOSHI HIROCHIKA

## (54) RUNNING CONTROL DEVICE FOR VEHICLE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To follow in running most excellently by detecting a relative position with respect to a car running ahead and the steering angle of a driver's car, evaluating a risk while considering whether or not his car is running toward the car running ahead so as to control the running of his car, and thereby evaluating the risk while meeting the actual operation feeling of his own.

CONSTITUTION: A risk computing means 26 and a proper distance between cars computing means 28 are provided, the former computes a risk index based on signals from a laser radar device 20, a vehicle speed sensor 22 and a steering angle sensor 24, and the latter computes a proper distance between a car running ahead and a driver's car based on the risk index computed by the risk computing means 26. The acceleration/deceleration controlled variable of his car is computed by a proper vehicle speed actuated variable control means 30 based on the proper distance between cars computed by the aforesaid proper distance between cars computing means 28. This thereby permits a relative position with respect to the car running ahead and steering angle of his car to be detected for evaluating a risk while it is taken into consideration whether or not his car is running toward the car running ahead, thereby making it possible to follow in running most excellently.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-92436

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月17日

B 60 K 41/20  
B 60 R 21/00  
B 60 T 7/12  
G 01 S 17/88  
G 05 D 1/02  
1/12

C  
C  
A  
J  
Z  
8710-3D  
7626-3D  
7615-3D  
7922-5J  
7155-5H  
7155-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 車両用走行制御装置

⑯ 特 願 平1-230707

⑰ 出 願 平1(1989)9月5日

⑱ 発 明 者 足 立 邦 彦 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑲ 発 明 者 遠 藤 徳 和 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑲ 発 明 者 宮 越 博 規 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑳ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 吉田 研二 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

車両用走行制御装置

2. 特許請求の範囲

前方車との車間距離、相対速度及び前方車と自車との走行方向の偏位を示す相対位置を検出するスキャン型レーザレーダ装置と、

自車の走行速度を検出する車速センサと、

自車の操舵角を検出する操舵角センサと、

前記レーザレーダ装置、車速センサ及び操舵角センサからの検出信号に基づき危険度指数を算出する危険度算出手段と、

この危険度算出手段で算出された危険度指数に基づき前方車と自車との適正車間距離を算出する適正車間距離算出手段と、

この適正車間距離で算出された適正車間距離に基づき自車の加減速制御量を算出する適正車速操作量制御手段と、

を具備し、前方車との相対位置及び自車の操舵角を検出して自車が前方車の方に向かっているか否

かを考慮して危険度を評価し自車の走行を制御することを特徴とする車両用走行制御装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は車両用走行制御装置、特に適宜自車の走行状態を制御して前方車に自動追従するに好適な車両用走行制御装置に関する。

[従来の技術]

最近、乗員の保護や運転操作の容易化を主体として、自動車にレーダ装置を搭載して前方車との車間距離や相対速度を常時監視し、危険度に応じて自車の加減速を行う走行制御装置が開発されている。

この種の走行制御装置としては、例えば特開昭50-91500号公報に開示されたシステムが知られている。第9図にこのシステムの概略ブロック図を示す。図において、アンテナANTを有するレーダ装置10によって前方車との車間距離及び相対速度が検出されるとともに速度センサ12により自車の走行速度が求められる。

そして、検出された車間距離、相対速度及び自車速は信号処理装置14に送られる。信号処理装置14は送られてきたこれらの検出信号より危険度指数を算出する。すなわち、前方車が減速してから停止状態になるときに自車が追突する事なく停止することができるのに必要な適正車間距離を前方車の走行状態及び自車の走行状態から求め、

$$D = L \log (\text{適正車間距離} / \text{実車間距離})$$

なる式に従って危険度指数Dを算出する。

信号処理装置14にて算出されたこの危険度指数は表示装置16に送られて視聴覚表示され、運転者はこの表示に従ってブレーキやアクセルを操作し、前方車との適切な車間距離を確保しつつ前方車に追従することができる。あるいは、信号処理装置14にて危険度指数から自車の加減速を判断してアクチュエータに指令を出すことによりブレーキやアクセルを自動制御し、安全に前方車に追従することができる。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上記従来のシステムにおいては

幾つかの問題があった。前述したように、従来のシステムでは危険度を評価するためのパラメータとして前方車との車間距離、相対速度及び自車速を用いている。従って、前方車との車間距離、相対速度並びに自車速が同一である限りこのシステムでは危険度を同一と評価する。ところが、実際の車両操作においては、前方車との車間距離、相対速度並びに自車速が同一であっても、前方車と自車が同一方向に走行している場合と、自車と前方車との相対位置が離れていて、自車がこの相対位置と同一方向に操舵されていない場合、すなわち自車が前方車の方に向かっていない場合とでは、危険度が大きく異なり、後者の場合では運転者は前者の場合ほど危険を感じない。

このように、従来のシステムにおいては例えば前方車が他車線を走行していて自車の走行方向と相対的に離れている場合でも、同一走行方向にある場合と同様に危険度が運転者に表示され、あるいはブレーキングが行われてしまうために実際の操作感覚と合致せず、運転者に著しい不快感を与

えてしまうのである。

本発明は上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は運転者の実際の操作感覚に合致して危険度を評価し、より最適な追従走行を行うことが可能な車両用走行制御装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明の車両用走行制御装置は、前方車との車間距離、相対速度及び自車速に加え、前方車との相対位置並びに自車の操舵角をパラメータとして危険度を評価することを特徴としている。すなわち、本発明は前方車との車間距離、相対速度及び前方車と自車との走行方向の偏位を示す相対位置を検出するスキャン型レーザレーダ装置と、自車の走行速度を検出する車速センサと、自車の操舵角を検出する操舵角センサと、前記レーザレーダ装置、車速センサ及び操舵角センサからの検出信号に基づき危険度指数を算出する危険度算出手段と、この危険度算出手段で算出された危険度指数に基づき前方車と自

車との適正車間距離を算出する適正車間距離算出手段と、この適正車間距離で算出された適正車間距離に基づき自車の加減速制御量を算出する適正車速操作量制御手段とを具備し、前方車との相対位置及び自車の操舵角を検出して自車が前方車の方に向かっていているか否かを考慮して危険度を評価し自車の走行を制御することを特徴としている。

〔作用〕

危険度を評価するパラメータとして、前方車との車間距離、相対速度、及び自車速のみを用いるのではなく、前方車との走行方向の偏位を示す相対位置並びに自車の操舵角をも加味して評価することにより、より実際の運転感覚に近い危険度評価を行う事ができる。すなわち、前方車との車間距離、相対速度、自車速が同一でも、前方車と自車との相対位置がゼロでなく、かつ自車の操舵角がこの相対位置と同一方向でない、つまり自車の走行方向が前方車から離れていく場合には危険度を小さく評価することにより実際の運転者が感じるであろう危険度により適合させることができる。

そして、この危険度に基づいて適正車間距離を算出し、さらにこの適正車間距離に自車を維持するために自車速を制御することにより、最適な自動追従が可能となる。

#### 【実施例】

以下、図面を用いながら本発明に係る車両用走行制御装置の好適な実施例を説明する。第1図は本実施例の構成ブロック図である。図において、自車に搭載されたスキャン型レーザレーダ装置20は所定のパルス間隔でレーザ光を照射しつつ自車前方をスキャンする。スキャンされたレーザ光は自車の前方を走行する前方車によって反射され、その反射レーザ光を受光することにより前方車との車間距離、相対速度及び前方車と自車の走行方向の偏位を表す相対位置が検出される。

一方、自車の走行速度は車速センサ22により検出され、また自車の操舵角はポテンシオメータ等を利用した操舵角センサ24により検出される。

そして、これらレーザレーダ装置20、車速センサ22、操舵角センサ24によって検出された

車間距離、相対速度、相対位置、自車速及び操舵角は危険度算出手段26に送られる。危険度算出手段26は送られてきた各検出信号をパラメータとしてファジィ推論を行い、運転者の感覚に合致した危険度を指数で算出する。以下、この危険度算出手段26で行われるファジィ推論を第3図乃至第5図を用いて詳細に説明する。

第3図はレーザレーダ装置20、車速センサ22及び操舵角センサ24から送られてくる各パラメータを評価する評価基準を示したものである。図に示すように、自車速、車間距離には3つの評価基準S (Small: 小さい)、M (Middle: 中位)、B (Big: 大きい) を割当て、相対位置、操舵角には評価基準L (Left: 左)、Z (Zero: ゼロ)、R (Right: 右) を割当てている。また、相対速度にはN (Negative: 負)、Z (Zero: ゼロ)、P (Positive: 正) を割当てている。さらに、算出すべき出力の危険度には4つの評価基準VS (Very Small: 極めて小さい)、S

(Small: 小さい)、M (Middle: 中位)、B (Big: 大きい) を割当てている。

第4図はこのように各パラメータに割当てた評価基準によって表現したファジィ制御則を示す。このファジィ制御則は運転者の感覚に合致したルールを採用したものであり、例えば図中1段目は「もし自車速がB (大きい) かつ相対速度がN (負) かつ車間距離がS (小さい) かつ相対位置がZ (ゼロ) かつ操舵角がZ (ゼロ) であるならば危険度はB (大きい)」

なるルールを表しており、図中3段目は、

「もし自車速がB (大きい) かつ相対速度がN (負) かつ車間距離がS (小さい) かつ相対位置がL (左) かつ操舵角がR (右) であるならば危険度はS (小さい)」

なるルールを表している。

このように、自車速、相対速度、車間距離が同一でも相対位置、操舵角によって危険度を実際の感覚に合うように評価することにより、後述のごとくより最適な危険度評価が可能となるのである。

第5図は各パラメータに割当てた評価基準のメンバーシップ関数を示したものであり、第5図(A)は自車速のS (小さい)、M (中位)、B (大きい) のメンバーシップ関数を、第5図(B)は相対速度のN (負)、Z (ゼロ)、P (正) のメンバーシップ関数を、第5図(C)は車間距離のS (小さい)、M (中位)、B (大きい) のメンバーシップ関数を、第5図(D)は相対位置のL (左)、Z (ゼロ)、R (右) のメンバーシップ関数を、第5図(E)は操舵角のL (左)、Z (ゼロ)、R (右) のメンバーシップ関数を、そして第5図(F)は危険度のVS (極めて小さい)、S (小さい)、M (中位)、B (大きい) のメンバーシップ関数をそれぞれ表している。周知のごとく、メンバーシップ関数とはある物理量人間の感覚に当てはまる度合いを示すものであり、例えば第5図(A)の自車速のメンバーシップ関数では、自車速が50 Km/h であるときには各評価基準の度合いが、

$$S \text{ (小さい)} = B \text{ (大きい)} = 0$$

$$M(\text{中位}) = 0.75$$

となり、自車速50 Km/hは運転者の感覚では0.75の度合いで中位のスピードと判断される事を示している。

さて、危険度算出手段26はレーザレーダ装置20、車速センサ22、操舵角センサ24から送られてきた各パラメータの値を入力してこれらのメンバーシップ関数よりその評価基準の度合いを求める。例えば、

$$\text{自車速} = 100 \text{ Km/h}$$

$$\text{相対速度} = 50 \text{ Km/h}$$

$$\text{車間距離} = 25 \text{ m}$$

$$\text{相対位置} = 2 \text{ m}$$

$$\text{操舵角} = 45 \text{ deg}$$

なる検出値のときは、メンバーシップ関数より、

$$\text{目車速:}$$

$$S = M = 0$$

$$B = 1.0$$

$$\text{相対速度:}$$

$$P = Z = 0$$

$$\text{操舵角がRの度合い} = 1.0$$

となり、このルールの条件部の満足度は、結局

$$1.0 \times 0.5 \times 0.2 \times 1.0 \times 1.0 \\ = 0.1$$

となる。そして、このルールの結論部である危険度がSのメンバーシップ関数にこの条件部の満足度を乗じてメンバーシップ関数を満足度に応じて補正する。

このような操作を第4図のすべてのファジィ制御則について行って満足度に応じて結論部のメンバーシップ関数を補正し、これら補正されたメンバーシップ関数の論理和をとる。そして、この論理和の重心を算出することにより運転者の感覚に合致した危険度を算出することができる。

危険度算出手段26にて算出された危険度は、次に適正車間距離算出手段28に送られる。適正車間距離算出手段28は送られてきた危険度指数及びレーザレーダ装置20からの相対速度、並びに車速センサ22からの自車速を用いて前方車と自車との適正な車間距離を算出する。すなわち、

$$N = 0.5$$

$$\text{車間距離:}$$

$$S = 0.2$$

$$M = 0.2$$

$$B = 0$$

$$\text{相対位置:}$$

$$R = Z = 0$$

$$L = 1.0$$

$$\text{操舵角:}$$

$$L = Z = 0$$

$$R = 1.0$$

なる度合いとなる。

そして、この度合いより基本ルールである第4図のファジィ制御則の満足度を評価する。すなわち、前述の例においては、第4図第3段目のルールに対して、

$$\text{自車速がBの度合い} = 1.0$$

$$\text{相対速度がNの度合い} = 0.5$$

$$\text{車間距離がSの度合い} = 0.2$$

$$\text{相対位置がLの度合い} = 1.0$$

まず、相対速度 $V_r$ 及び自車速 $V$ より次式に従って前方車に衝突せずに停止できる基準車間距離 $L_0$ を求める。

$$L_0 = V \times \tau + (V_s^2 - V^2) / 2\alpha$$

$$V_s = V + V_r$$

但し、自車の空走時間を $\tau$ 、減速度を $\alpha$ とした。

そして、この基準車間距離 $L_0$ を危険度算出手段26によって算出された危険度指数 $D$ によって補正し適正車間距離 $L$ を算出する。

$$L = G1 \times (1 + D) \times L_0$$

但し、車間距離ゲインを $G1$ とした。

そして、算出された適正車間距離 $L$ は適正車速操作量制御手段30に送られる。この適正車速操作量制御手段30では送られてきた適正車間距離に基づいて、適正車速にするためにスロットルアクチュエータ32、ブレーキアクチュエータ34に指令を送るべき補正量を危険度算出手段26と同様にファジィ推論により算出する。

第6図は第3図と同様にファジィ推論に用いられる各パラメータの評価基準を示したものである。

適正車間距離とともに適正車速操作量制御手段30に送られる自車速並びに相対速度は第3図と同様の3つの評価基準S、M、B及びN、Z、Pを割当てている。また、車間距離差は適正車間距離と実際の車間距離との差を表しており、このパラメータに対してはN(Negative:適正車間距離より短い)、Z(Zero:適正車間距離)、P(Positive:適正車間距離より長い)を割当て、出力である操作補正量に対しては5つの評価基準NS(Negative Small:小さく減速)、NB(Negative Big:大きく減速)、Z(現車速維持)、PS(Positive Small:小さく加速)、PB(Positive Big:大きく加速)を割当てている。

第7図はこのように各パラメータに割当てた評価基準によって表現したファジィ制御則を示す。このファジィ制御則も第4図と同様に運転者の感覚に合致したルールを採用したものであり、例えば図中1段目は

には、自車速=100Km/h、相対速度=-50mであることを考えると、メンバーシップ関数より、

自車速:

$$S = 0$$

$$M = 0.2$$

$$B = 1.0$$

車間距離差:

$$P - Z = 0$$

$$N = 1.0$$

相対速度:

$$N - Z = 0.5$$

$$P = 0$$

なる度合いとなる。すると、第7図のファジィ制御則における第1段目のルールに対しては、

$$\text{自車速がBの度合い} = 1.0$$

$$\text{車間距離差がNの度合い} = 1.0$$

$$\text{相対速度がNの度合い} = 0.5$$

となり、このルールの条件部の満足度は、

$$1.0 \times 1.0 \times 0.5$$

「もし自車速がB(大きい)かつ車間距離差がN(適正車間距離より短い)かつ相対速度がN(負)であるならば操作補正量がNB(大きく減速)」なるルールを表し、図中3段目は

「もし自車速がB(大きい)かつ車間距離差がP(適正車間距離より長い)かつ相対速度がZ(ゼロ)であるならば操作補正量がZ(現車速維持)」なるルールを表している。

第8図はこれらのルールの満足度を評価するために用いた各評価基準のメンバーシップ関数を示したものであり、第8図(A)は自車速のS、M、Bのメンバーシップ関数を、第8図(B)は相対速度のN、Z、Bのメンバーシップ関数を、第8図(C)は車間距離差のN、Z、Pのメンバーシップ関数を、そして第8図(D)は操作補正量のNB、NS、Z、PS、PBのメンバーシップ関数をそれぞれ表している。

操作補正量を算出する際には、まず各パラメータの度合いを求める。例えば車間距離差が-50m、すなわち適正車間距離より50m短かいとき

$$= 0.5$$

となる。そして、このルールの結論部である操作補正量がNB(大きく減速)のメンバーシップ関数にこの条件部の満足度を乗じてメンバーシップ関数を満足度に応じて補正する。

このような操作を第7図のすべてのファジィ制御則について行い条件部の満足度に応じて結論部のメンバーシップ関数を補正し、これら補正されたメンバーシップ関数の論理和をとる。そして、この論理和の重心を算出することにより運転者の感覚に合致する操作補正量を算出してスロットルアクチュエータ32及びブレーキアクチュエータ34に指令することができる。

このように、本実施例では第2図の制御フローチャートに示すように、前方車との車間距離、相対速度、自車速に加え、前方車との走行方向の偏位を表す相対位置及び操舵角なる物理量をパラメータに採用して危険度をより運転者の実際の運転感覚に合致させてファジィ推論により評価し(ステップ36)、この危険度に基づいて適正車間距

離を算出し（ステップ38）、この適正車間距離に基づいて適正車速操作補正量をファジィ推論により算出して自車速を適正車速となるように制御することにより、前方車が自車と異なる車線を走行している場合にも、従来のように同一車線を走行している場合と区別されずに制御が行われてしまうことがなく、実際の運転感覚に合致した制御を行うことができる。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明に係る車両用走行制御装置によれば運転者の実際の操作感覚に合致して危険度を評価し、より最適な追従走行を行うことが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る車両用走行制御装置の一実施例のブロック図、

第2図は同実施例のフローチャート図、

第3図は同実施例の危険度制御パラメータ評価基準を表す表図、

第4図は同実施例の危険度ファジィ制御則を表

す表図、

第5図は同実施例のメンバーシップ関数を表すグラフ図、

第6図は同実施例の操作補正量制御パラメータ評価基準を表す表図、

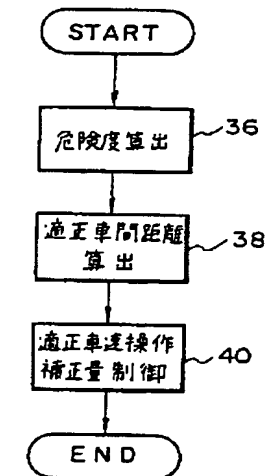
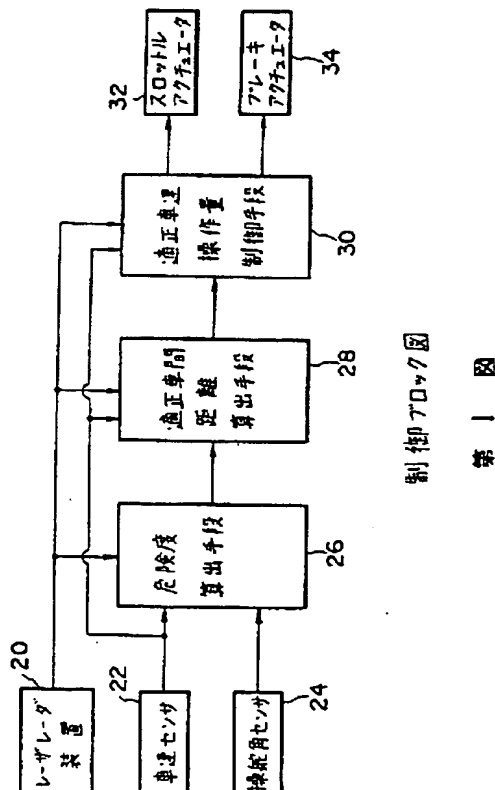
第7図は同実施例の操作補正量ファジィ制御則を表す表図、

第8図は同実施例のメンバーシップ関数を表すグラフ図、

第9図は従来のシステムのブロック図である。

- 20 … レーザレーダ装置
- 22 … 車速センサ
- 24 … 操舵角センサ
- 26 … 危険度算出手段
- 28 … 適正車間距離算出手段
- 30 … 適正車速操作量制御手段
- 32 … スロットルアクチュエータ
- 34 … ブレーキアクチュエータ

出願人 トヨタ自動車株式会社



VS: Very Small  
S: Small  
M: Medium  
B: Big  
N: Negative  
Z: Zero  
P: Positive  
L: Left  
R: Right

入 力			出 力		
自車速	S	M	B	VS	S
相対速度	N	Z	P	L	R
車間距離	S	M	B	L	R
相対位置	L	Z	R	VS	S
操舵角	L	Z	R	M	B
危険度	VS	S	M	B	

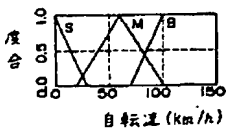
制御パラメータ評価基準

第 3 図

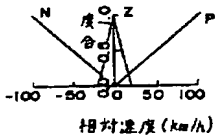
自車速	相対速度	車間距離	相対位置	操舵角	危険度
B	N	S	Z	Z	B
B	N	S	Z	L	M
B	N	S	L	R	S
B	N	M	Z	Z	M
B	N	M	Z	L	S
B	N	M	L	R	VS

ファジィ制御則

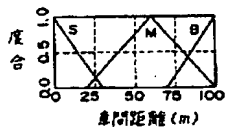
第 4 図



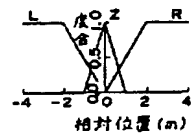
(A)



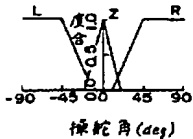
(B)



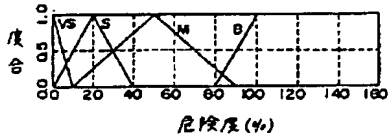
(C)



(D)



(E)



(F)

メンバーシップ関数

第 5 図

NS: Negative Small  
NB: Negative Big  
PS: Positive Small  
PB: Positive Big

自車速	S	M	B	NS	NB	Z	PS	PB
車間距離左	N	Z	P					
相対速度	N	Z	P					
操舵補正量	VS	S	M	B				

操舵補正量制御パラメータ評価基準

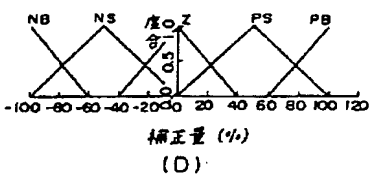
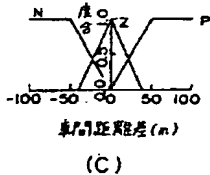
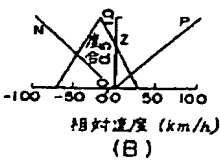
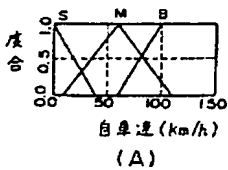
第 6 図



自車速	車間距離差	相対速度	操作補正量
B	N	N	NB
B	Z	N	NS
B	P	N	Z
B	N	Z	NS
B	Z	Z	Z
B	P	Z	Z

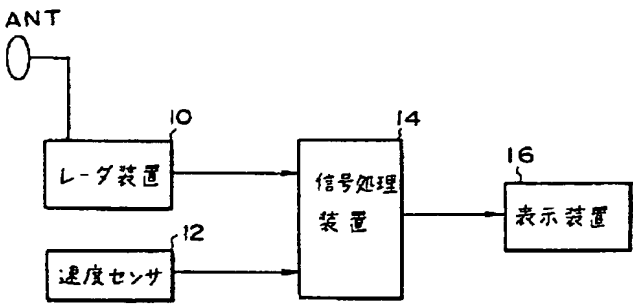
ファジィ制御規則

第 7 図



メンバーシップ関数

第 8 図



従来例

第 9 図